

PAT-NO: JP407328781A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 07328781 A
TITLE: SPLITTING METHOD OF BRITTLE MATERIAL
PUBN-DATE: December 19, 1995

INVENTOR-INFORMATION:
NAME
MORITA, HIDEKI
MAEKAWA, SHUNICHI
OKIYAMA, TOSHIHIRO
SHIRAHAMA, HIDEYUKI
YOKOYAMA, TOSHIYUKI
OONITA, EISHIN

ASSIGNEE-INFORMATION:	
NAME	COUNTRY
SOUJI TSUSHO KK	N/A
NAGASAKI PREF GOV	N/A
RES DEV CORP OF JAPAN	N/A

APPL-NO: JP06126146
APPL-DATE: June 8, 1994

INT-CL (IPC): B23K026/00, B23K026/00 , B23K026/06

ABSTRACT:

PURPOSE: To elevate a generating rate of initial crack at machining start point and to improve the machining speed and precision in executing splitting of brittle material with use of laser beam.

CONSTITUTION: Generation of an initial crack C is executed while simultaneously irradiating two positions P1, P2 at least near the edge of a work W with laser beam, successively, while plural irradiating positions S1, S2 are controlled to the prescribed position relationship or a laser output of irradiating positions S1, S2 is controlled, the laser beam is traveled along a splitting planned line L, crack C is induced. By this method, peculiar heat stress distribution is generated between laser beam irradiating positions, its tensile stress is made larger as compared to that of irradiation of one point laser beam, splitting control is improved by controlling the generating state of stress.

COPYRIGHT: (C)1995,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-328781

(43) 公開日 平成7年(1995)12月19日

(51) Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 3 K 26/00	3 2 0 E			
	N			
26/06	C			

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-126146

(22) 出願日 平成6年(1994)6月8日

(71) 出願人 591005958
双栄通商株式会社
大阪府大阪市中央区博労町4丁目2番7号

(71) 出願人 000214191
長崎県
長崎県長崎市江戸町2番13号

(71) 出願人 390014535
新技術事業団
埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(72) 発明者 森田 英毅
長崎県西彼杵郡長与町吉無田郷1488-124

(74) 代理人 弁理士 西田 新

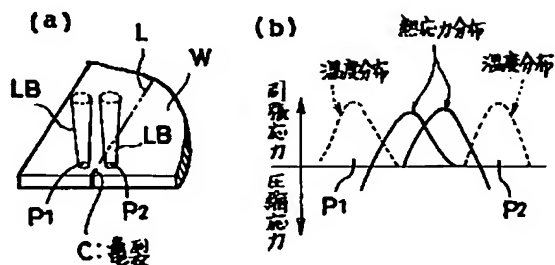
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 脆性材料の切断方法

(57) 【要約】

【目的】 レーザビームを用いて脆性材料の切断を行うにあたり、その加工起点の初期亀裂の発生率が高く、しかも加工速度・精度の向上を達成できる切断方法を提供する。

【構成】 被加工材料Wの端縁近傍の少なくとも2点P1、P2にレーザビームを同時に照射して初期亀裂Cの発生を行い、次いで、それら複数のビーム照射位置S1、S2を、所定の位置関係を制御しつつ、あるいは照射位置S1、S2のレーザ出力を制御しながら切断予定線Lに沿って移動させて亀裂Cの誘導を行うことにより、レーザビーム照射位置の間に特異な熱応力分布を発生させ、その引張応力を、1点のレーザビームの照射の場合に比して大きくするとともに、応力の発生状態を制御して切断制御を高める。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 脆性材料の端縁近傍にレーザビームを照射し、その位置に生じる熱応力により亀裂を発生させ、材料を切断する方法において、被加工材料の端縁近傍の少なくとも2点にレーザビームを同時に照射して上記亀裂の発生を行うことを特徴とする脆性材料の切断方法。

【請求項2】 脆性材料の端縁近傍にレーザビームを照射して亀裂を発生させ、その亀裂近傍にレーザビームを照射し、この照射位置を移動して上記亀裂を切断予定線に沿って誘導することにより材料を切断する方法において、被加工材料の端縁近傍の亀裂に複数のレーザビームを照射し、かつ、それら複数のビーム間の出力とその位置関係とを制御した状態で、これらビーム照射位置を上記切断予定線に沿って移動させることにより上記亀裂の誘導を行うことを特徴とする脆性材料の切断方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、ガラス、セラミックあるいは半導体材料等の脆性材料にレーザビームを照射することにより発生する熱応力を利用して、その材料を切断する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ガラス等の脆性材料を切断する方法としては、従来、研磨材を使用する研削あるいはレーザビームによる溶断などがあるが、これらの方法によると、いずれも加工点に熱歪みが発生したり、機械的な構造破壊等によって加工点周辺に研削割れ等が生じるなど材料の劣化を伴う点、また、研削もしくは蒸発による材料の損失が避けられない等の欠点がある。

【0003】そこで、このような問題を解決するため、レーザビーム照射による熱応力を利用して材料を切断する、いわゆるレーザ切断方法が提案されている。この方法は、脆性材料にレーザビームを照射して、その照射位置に生じる熱応力により微小亀裂を発生させ、その亀裂をレーザビームによる熱応力によって加工予定線に沿う方向に誘導することによって材料を切断する方法で、レーザビームを利用した溶断に比して加工エネルギーが小さく、しかも材料の損失がないといった利点がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記したレーザ切断方法によれば、加工の起点となる初期亀裂を、材料の端縁近傍にレーザビームを照射して、そのビーム中心と周辺との間に発生する急峻な温度勾配により生じる局所的な集中応力で発生させるわけであるが、例えば加工周辺の雰囲気温度、材料表面での散乱状態及び材料中での光の吸収率などの諸条件によって発生する熱応力（引張応力）がばらつき、局所的な集中応力が材料の許容応力を超えないことがあり、このため初期亀裂の発生の確実性が低いという問題がある。

【0005】また、レーザ切断方法において亀裂の誘導

は、レーザビームの照射位置を切断予定線に沿って移動し、そのビーム進行方向の後方に熱応力（引張応力）を発生させ、亀裂先端の応力拡大係数を材料の破壊靱性値を超えさせるといったメカニズムにより行うが、レーザビームの進行速度が速いと、亀裂誘導のための熱応力が十分とはならず亀裂進展が停止するといった問題があり、この加工速度の限界及び上記した初期亀裂の発生の再現性の問題がレーザ切断方法を実用化する上での妨げとなっている。

【0006】さらに、この種のレーザ切断方法では、亀裂を誘導する際にレーザビーム照射位置の移動の経路から亀裂がずれて追従することがあり、このため加工精度が悪いという問題も残されている。

【0007】本発明はそのような事情に鑑みてなされたもので、レーザビームを用いて脆性材料の切断を行うにあたり、その加工起点の初期亀裂の発生率が高い方法、及び加工速度・精度の向上を達成できる切断方法の提供を目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、本発明の第1の方法は、実施例に対応する図1に示すように、被加工材料Wの端縁近傍の少なくとも2点P1、P2にレーザビームを同時に照射して初期亀裂Cの発生を行うことによって特徴づけられる。

【0009】また、本発明の第2の方法は、図2に示すように、被加工材料Wの端縁近傍の亀裂Cに複数のレーザビームを照射し、かつ、それら複数のビーム間の出力と、その位置関係とを制御した状態で、これらビーム照射位置S1、S2を切断予定線Lに沿って移動させることにより亀裂Cの誘導を行うことを特徴としている。

【0010】

【作用】まず、被加工材料Wの端縁近傍の2点のレーザビームLBを同時に照射すると、そのビーム照射位置の間に、図1(b)に示すような特異な熱応力分布が発生し、この熱応力分布による引張応力が、レーザビーム照射位置を1点としたときの引張応力に比して大きくなり、これにより局所的な集中応力が材料の許容応力を十分に超える値となる結果、初期亀裂が確実に発生する。

【0011】次いで、発生した亀裂Cの先端の前方の位置S1と後方の位置S2に位置に、それぞれレーザビームLBを照射すると、その各照射位置S1とS2との間に、図2(b)に示すような特異な熱応力分布、すなわち亀裂Cの前方側が大となる熱応力分布が発生して、その前方側の引張応力が1点のレーザビーム照射の場合に比して大きくなる。これにより、亀裂先端の応力拡大係数が材料の破壊靱性値を超え易くなる結果、亀裂の進展が速くなるとともに亀裂の進展方向が切断予定線Lに対して曲がり難くなる。

【0012】

【実施例】図1は本発明実施例の説明図である。まず、

本発明方法の実施に使用する装置は、ガラスあるいはアルミナセラミックなどの被加工材料Wを載置する2軸移動ステージ（図示せず）と、このステージ上に置かれた材料表面の2点に、レーザビームLBを同時に照射するための2台のレーザ発振器（図示せず）を備えている。

【0013】また、これらのレーザ発振器はステージに対して光軸の変更が可能となっており、被加工材料WへのレーザビームLBの照射位置を、切断予定線Lと直交する方向に線上の2点、もしくは切断予定線L上の2点のいずれか一方に選択的に切り換えることができる。

【0014】さて、本発明実施例の加工手順は、まず、2台のレーザ発振器の光軸と被加工材料Wとの位置合わせを行って、図1(a)に示すように、各レーザビームLBのスポット中心を被加工材料Wの端縁近傍で切断予定線Lを挟んで互に対称となる2点P1、P2に合わせ、この状態で被加工材料Wの表面の2点にレーザビームLBを同時に照射して、被加工材料Wの端縁付近に亀裂Cを発生させる。

【0015】このように被加工材料Wへのレーザビーム照射位置を2点とすると、そのビーム照射位置の間に、図1(b)の解析図に示すような特異な熱応力分布が発生し、その引張応力がレーザビーム照射位置を1点としたときの引張応力に比して大きくなる結果、初期亀裂が確実に発生する。なお、その亀裂の発生確率は、レーザビーム照射点P1とP2との間の距離及びレーザの発振パワー等の諸条件に左右されるが、その確率は実験等により100%（従来：90%程度）を達成できることが現段階で確認できている。

【0016】次に、レーザ発振器の光軸の変更を行って、図2(a)に示すように、レーザビームLBの照射位置を切断予定線L上に沿う2点とし、また、各レーザビームLBの出力を制御した状態で、ステージの移動により各レーザビームLBの照射位置S1、S2を切断予定線Cに沿って移動して、材料Wの端縁付近に発生した亀裂Cを誘導してゆく。

【0017】この亀裂誘導過程において、レーザビーム照射位置を亀裂Cの先端の前方の位置S1と後方の位置S2とすることにより、これらの照射位置S1とS2との間に、図2(b)の解析図に示すような特異な熱応力分布が発生し、その熱応力分布は亀裂Cの前方側が大となる。すなわち、亀裂Cの進展方向の前方側の引張応力が常に大きくなり、これにより、レーザビームの進行速度つまり加工速度を速くしても亀裂Cの進展が停止することはなく、しかも、亀裂Cの進展方向が切断予定線Lに対して曲がる確率も少なくなる。

【0018】なお、その加工速度は、従来では高々30mm/s程度であったのに対し、現段階で150mm/sにまで高められること、また、加工精度については、数百μm；従来→数十μm（表面粗さ）にまで高められることが、実験等により現段階で確認できている。

【0019】ここで、以上の実施例において、初期亀裂を発生する際のレーザビーム照射の2点P1とP2との間の距離は、被加工材料Wの材質及び厚さ、レーザの出力パワーなどの諸条件によって決定されるが、その2点間の距離は、レーザビームのスポット径を2.0mm程度とすれば、3.0mm～3.6mm程度が適当である。また、亀裂Cの誘導の際のレーザビーム照射位置S1とS2との間の距離については、初期亀裂発生時と同じであってもよい。

10 【0020】さらに、亀裂誘導の際のレーザビーム照射位置S1、S2は、図2(c)に示すように、亀裂Cの先端近傍位置で切断予定線Lを挟んで互に対称となる位置としてもよい。この場合、図2(d)の解析図に示すような熱応力分布すなわち図1(b)と同等な熱応力分布が発生して亀裂先端付近の引張応力が大きくなるので、ビーム照射位置S1、S2をこのような位置関係としても、先と同様な効果を達成できる。

【0021】なお、本発明方法において、被加工材料へのレーザビーム照射位置は2点に限られることなく3点以上の任意の多点であってもよく、照射位置の数を多くした場合、各照射点の位置関係を適宜に選定すれば、引張応力を更に高めるための熱応力分布を発生することができ、これにより、より優れた効果すなわち加工速度・精度等が先の実施例よりも更に向上するといった効果も期待できる。

【0022】また、本発明方法は、ガラスやアルミナセラミックのほか、石英あるいは半導体材料等の他の脆性材料の加工に適用できることは勿論である。なお、使用するレーザ発振器は、加工材料の材質によってCO₂レーザもしくはYAGレーザ等を適宜に選択する。

【0023】

【発明の効果】以上説明したように、本発明方法によれば、被加工材料の表面上の少なくとも2点にレーザビームを照射するので、その照射位置付近には特異な熱応力分布が発生し、その引張応力が従来よりも大きくなる結果、初期亀裂の発生確率が高くなるとともに加工速度・精度がともに向上する。これによりレーザ切断方法の実用化が達成可能となる。

40 【0024】また、材料へのレーザビーム照射位置を2点（多点）とすることにより、ビーム照射による温度分布を、通常の1点のレーザビーム照射の場合に比して低く抑えても、十分な加工速度・精度を得ることができ、これにより被加工材料に対する熱の影響を軽減できるという利点もある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法の実施例の説明図

【図2】同じく実施例の説明図

【符号の説明】

W 被加工材料

50 L 切断予定線

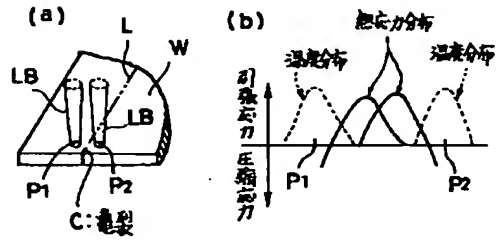
LB レーザビーム

S1, S2 亀裂誘導のレーザービーム照射位置

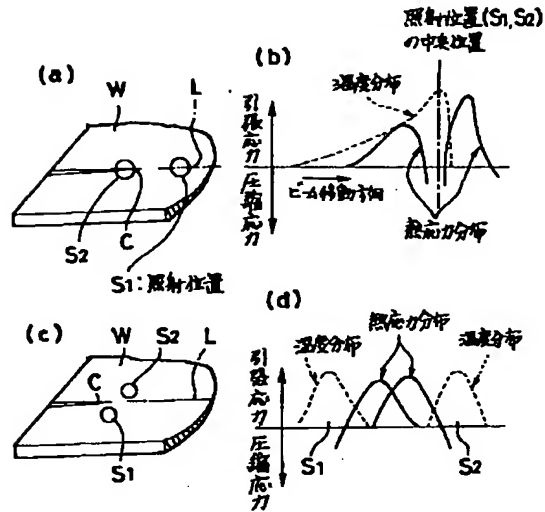
P1, P2 初期亀裂発生の際にレーザービームを照射する点

C 亀裂

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(72)発明者 前川 俊一
兵庫県伊丹市春日丘1-15
(72)発明者 沖山 俊裕
兵庫県御国野町御着1174-22
(72)発明者 白浜 秀幸
長崎県長崎市川平町199-3

(72)発明者 横山 敏幸
長崎県大村市三城町1011番地 三城アパー
トイ-206
(72)発明者 大仁田 英信
長崎県大村市三城町95-1